

A gyapjúmulcs és gyapjú pellet hatása különböző talajok vízháztartására

PAPDI Enikő, JUHOS Katalin, VERES Andrea

Rezümé

A klímaváltozás okozta szélsőséges csapadékeloszlás egyre nagyobb gondot jelent a mezőgazdaság számára. A gazdaságos kertészeti termelés szempontjából fontos kérdés, hogy a beérkező csapadék- és öntözővíz mennyiséget hogyan tudjuk megőrizni a talajban. Megoldást jelenthetnek a különböző mulcsozási technikák és pelletek használata. A gyapjúiparban pl. számos melléktermék keletkezik, amely gazdag tápanyagban és talajtakaróként segíthet a talajnedvesség megtartásában. Kísérletünk célja a gyapjúmulcs talajnedvesség megtartó hatásának vizsgálata volt három különböző talajtípuson üvegházi körülmények között. Valamint fontos kérdésnek tartottuk a gyapjú pellet kapilláris vízkapacitására gyakorolt hatását vizsgálni, annak érdekében, hogy vajon a gyapjú pelletes talajkeverékek alternatívát nyújthatnak-e a tőzeg részbeni kiváltásában. A tenyészedényes kísérletnél talajtípusonként négy kezelést alkalmaztunk négy ismétlésben: 1. nem mulcsozott paprikapalántával; 2. mulcsozott paprikapalántával; 3. nem mulcsozott növény nélküli; 4. mulcsozott növény nélküli. Az ültetés után kapillárisan telítettük a talajokat, majd a későbbiekben már nem öntöztünk. Két hét múlva megismételtük a telítést. A talajnedvesség méréseket hetente kétszer végeztük el, míg a növények el nem pusztultak a második telítés után. Mértük a kísérlet bontásakor a friss és száraz biomassza tömeget az evapotranszpirációs hatékonyság kiszámítása érdekében. A vízkapacitás vizsgálatnál különböző dózisokban kevertünk gyapjú pelletet a talajokhoz, majd az előző kísérlethez hasonlóan telítettük és mértük. A tenyészedényes kísérletnél a talajnedvesség minden időpontban és talajtípus esetében magasabb volt a gyapjúmulcs alatt, mint a takaratlan kontrollban. A gyengébb vízkapacitású és szervesanyag tartalmú homoktalaj esetén csak a növényeket nem tartalmazó tenyészedényeknél jelentkező szignifikáns különbség. Míg tőzeg és agyagos talaj esetén mind a növényvel rendelkező, mind pedig a növény nélküli tenyészedények között jelentkező szignifikáns különbség. Az egységnyi biomassza által elfogyasztott víz mennyisége a mulcsozott tenyészedényekben 38,2, 27,0 és 23,1%-kal volt alacsonyabb az agyagos vályog, a homok és a virágföld esetében a kontrollhoz képest. A gyapjú pellet az agyag és homok talajok térfogattömegét csökkentette, vagyis a porozitásukat növelte, valamint a tömegszázalékban kifejezett vízkapacitás is megnövekedett. Agyag talajnál a csökkenő térfogatszázalékos vízkapacitás növénynevelés szempontjából pozitív tulajdonságnak tekinthető. A térfogatszázalékban számított eredményink alapján azt tapasztaltuk, hogy homoktalaj esetén a pellet jelenléte növeli a vízkapacitást, ami az ilyen talajok aszályérzékenységét csökkentheti a kertészetekben. A tőzeg esetében a hozzáadott gyapjúpellet a vízkapacitást 25% -os arányig nem csökkenti, vagyis a pellet használható tőzeg helyettesítésére egy bizonyos értékig.

Kulcsszavak: gyapjúmulcs, gyapjú pellet, talajnedvesség, evapotranszpiráció hatékonysága, vízkapacitás

Bevezetés

Az éghajlatváltozás erősen veszélyezteti a mezőgazdasági rendszereket (Howden és mtsai. 2007), ebből kifolyólag pedig az élelmiszerbiztonságot (Wheeler és Von Braun 2013). Továbbá természeti erőforrások szennyezése, népesség rohamos növekedése valamint a globális felmelegedés nagy nyomást gyakorol a vízkészletére (Kader és mtsai. 2017a). A kertészettel foglalkozó vállalkozások számára egyre nagyobb kihívást jelentenek a különböző környezeti kockázatok. Az aszály jelentős gazdasági, társadalmi és környezeti kárt okoz, melynek súlyossága az utóbbi időben egyre jelentősebb. Főleg a tőzeglápos területeken (Page és Baird 2016), amelyek a leggyakrabban használt palántanevelő közeg összetevőjének (Massa és mtsai. 2018) „lelőhelye”. Ezek a tőzeglápos területek földfelszín 3% - át foglalja el (Kern és mtsai. 2017; Harenda és mtsai. 2018), amit nem csak a klímaváltozás, de az antropogén hatás is nagyban befolyásol (Harenda és mtsai. 2018). A homoktalajokon pedig az aszály ellehetetleníti az öntözés nélküli termesztést. Emellett jelentős probléma még a szélerózió (Kertész és mtsai. 2012) főleg homok területeken. Ennek hatása lehet közvetlen (pl.: szélverés) és közvetlen, amely a súlyosabb kárt jelenti (pl.: terméketlenség, kiszáradás) (Zhao és mtsai. 2006). A szárazföldről származó párolgási veszteség globális szinten az evapotranszpiráció

20-40%-át foglalja magába. Ezeknek a veszteségeknek a 65%-a a talajból származik (Tugwell-Wootton és mtsai. 2020). Tehát a csapadék hiány (Giorgi és Lionello 2008) és a nagy párologtatási százalék hozzáadódik a globális felmelegedés okozta károkhoz, ezt az evapotranszpirációs százalékot valamiféleképpen csökkenteni kell. A gazdaságos kertészeti termelés szempontjából fontos kérdés, hogy a beérkező csapadék- és öntözővíz mennyiséget hogyan tudjuk megőrizni a talajban.

A talajtakaró technikák bizonyos mértékben megoldást jelenthetnek erre a problémára. A mezőgazdaságban és a kertészetben különféle mulcsokat alkalmaznak, amelyeket három nagy csoportba lehet osztani természetes és mesterséges talajtakarókra (Kader és mtsai. 2017a). A mulcsozó anyag típusa nagymértékben befolyásolja a talaj kiszáradását. Az áthatolhatatlan anyagokkal (pl. műanyag fólia) való mulcsozás minimalizálja a párologtatást, de a beérkező csapadék nem tud hasznosulni a gyökérzónában. Ezzel szemben a porózus mulcsozó anyagoknál más a helyzet, a csapadék eljut a gyökérhez, de a párologtatás nagyobb mint az előbb említett anyagoknál (Zribi és mtsai. 2015). A talajtakarók segítenek a gyomosodásgátlásban (Parmar 2013; Sharma és mtsai. 2022), a termés hozam növelésben (Döring és mtsai. 2005; Parmar és mtsai. 2013; Ghosh és mtsai. 2016; Manna és mtsai. 2018; Kovacs és mtsai. 2020; Adekaldu és mtsai. 2021), a növényi paraméterek növekedésében ((Manna és mtsai. 2018; Li és mtsai. 2018; Jungic és mtsai. 2020; Adekaldu és mtsai. 2021), talajnedvesség és hőmérséklet szabályozásában (Döring és mtsai. 2005; Shen és mtsai. 2012; Parmar és mtsai. 2013; Li és mtsai. 2018; Manna és mtsai. 2018; Jungic és mtsai. 2020; Fekete és mtsai. 2021) és víz felhasználásának hatékonyságában (Mukherjee és mtsai. 2010), valamint a talajerózió gátlásában (Szarka és mtsai. 2015; Madarász és mtsai. 2021). Az élőlényeknek nagymértékben szükségük van a talajban lévő vízre a tápanyagfelvételhez. A víz nem csak nélkülözhetetlen szállítóközeg, de hidrolízisben is fontos szerepet játszik. Őszi búzánál Chakraborty és mtsai (2008) azt tapasztalták, hogy az öntözés és talajtakaró kombinációja jobb vízfelvételt biztosít, továbbá az öntözések száma is csökken talajtakaró hatására. A talaj szervesanyag tartalmának nagy része szoros kapcsolatban vannak a talaj víztartásával (Borowik és Wyszowska 2016; Kocsis és mtsai. 2022). Ugyanakkor a szerves anyagok megvédik a talajok szerkezetét és nedvességtartalmát, csökkentve a klimatikus stresszhatásokat (Szabó és mtsai. 2022), valamint a szerves mulcsok tápanyagutánpótlásra is alkalmasak (Kar és Kumar 2007; Manna és mtsai. 2018).

Alternatív, biológiailag lebomló, természetes mulcsanyagok (pl.: gyapjúmulcs, gyapot ipari melléktermékek) (Manna és mtsai. 2018; Kader és mtsai. 2017; Marczak és mtsai. 2022) és a pellet (Ordiales és mtsai. 2016) használata a növénytermesztés új lehetőségévé válhatnak. A közelmúltban a textiliparban csökkent a juhgyapjú iránti kereslet, amely gyakran hulladékként végzi (Sharma és mtsai. 2019). A gyapjú tápanyagokban gazdag különösen nitrogénben, valamint jó nedvességmegtartó képességgel rendelkezik, tehát a gyapjú számos kísérletben kiváló mulcsanyagként (Hoover 2000; Jungic, Turk, és Benko 2020; Böhme és mtsai. 2012; N. Sharma és mtsai. 2022; Papdi és mtsai. 2022), valamint pelletként bizonyult (Böhme és mtsai. 2012; Ordiales és mtsai. 2016).

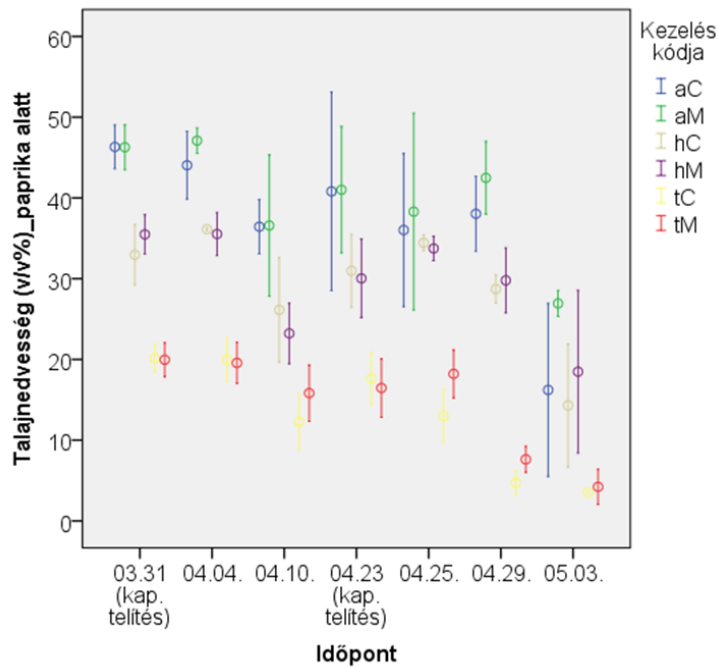
Hipotézisünk szerint a gyapjú bizonyos tulajdonságai (pl.: tápanyagtartalom, nedvességmegőrző képesség valamint talajszerkezet javítóhatás) miatt a növénytermesztés szempontjából hasznos lehet mulcsként és a tőzeget, mint palánta nevelő közeget helyettesítő közeg egyik alapelemeként egyaránt. Kísérletünk célja a gyapjúmulcs talajnedvesség megtartó hatásának vizsgálata volt három különböző talajtípuson (agyagos vályog, homokos vályog, tőzeg alapú virágföld) üvegházi körülmények között. Valamint fontos kérdésnek tartottuk még a gyapjú pellet kapilláris vízkapacitására gyakorolt hatását vizsgálni, annak érdekében, hogy vajon a gyapjú pelletes talajkeverékek alternatívát nyújthatnak-e a tőzeg részbeni kiváltásában.

Vizsgálatainkat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusán, az Agrár-környezettani Tanszéken végeztük. A tenyészedényes kísérletben három talajtípust, egy homokos vályog - (SOM = 1,60%; pH = 7,79), egy agyagos vályog (SOM = 2,53%; pH = 6,75) talajt és egy tőzeg alapú virágföldet (pH = 5,9 - 6,0, $\text{NH}_4 + \text{NO}_3 - \text{N} = 144\text{mg/L}$, $\text{P}_2\text{O}_5 = 165\text{mg/L}$, $\text{K}_2\text{O} = 288\text{mg/L}$, $\text{EC} = 1,2 \text{ dS/m}$) használtunk. Ezeken a talajokon a gyapjúmulcsborítás (van/nincs) és a növény (van/nincs) tényezők kombinációját alkalmaztuk 4 ismétlésben, tehát összesen 24 mintát vizsgáltunk. A mulcsként 100%-ban mosott juhgyapjúból készült, 500 g/m^2 sűrűségű, nem szőtt gyapjúmulcsot (Gartenwolle) használtunk. A légszáraz talajmintákat 300 cm^3 térfogatú edényekbe töltöttük, és hagytuk, hogy a talaj nedvességkapacitásának eléréséig kapillárisan vizet szívjanak magukba. Minden cserépbe Amy F1 paprika palántákat ültettünk. A kísérlet végén lemértük az össz száraz biomasszát. Ezenkívül a talajnedvességet a Huanyu típusú PMS710 digitális talajnedvesség-érzékelővel mértük az 1., a 4. és a 10. napon, majd még egyszer kapillárisan telítettük a talajokat, és folytattuk a méréseket az 1., a 2. és a 6. napon a 10. napig, amikor a kísérletet lezártuk. A teljes evapotranszpirációt (ET) a talaj teljes nedvességtartalmának változásával adtuk meg. A transzspirációs együtthatót (ETc) a teljes ET és a száraz biomassza arányaként számoltuk ki. A növénynevelés üvegházban történt.

A kísérlet második részében az előzőekben használt közegekhez kevertünk 0%, 10%, 25%, 50% térfogat arányban gyapjú pelletet, melyeket szintén kapillárisan telítettünk. A kapilláris telítést ún. VÉR-féle mintavevő hengerekben végeztük, amelyek térfogata 100 cm^3 volt. Mind két esetben a talaj vízkapacitásának és a talajnedvesség teljes változásának mérésére gravimetriás értékelést végeztünk. Az eredmények feldolgozásához IBM SPSS v.27 (Armonk,NY, 2020) programcsomagot használtunk.

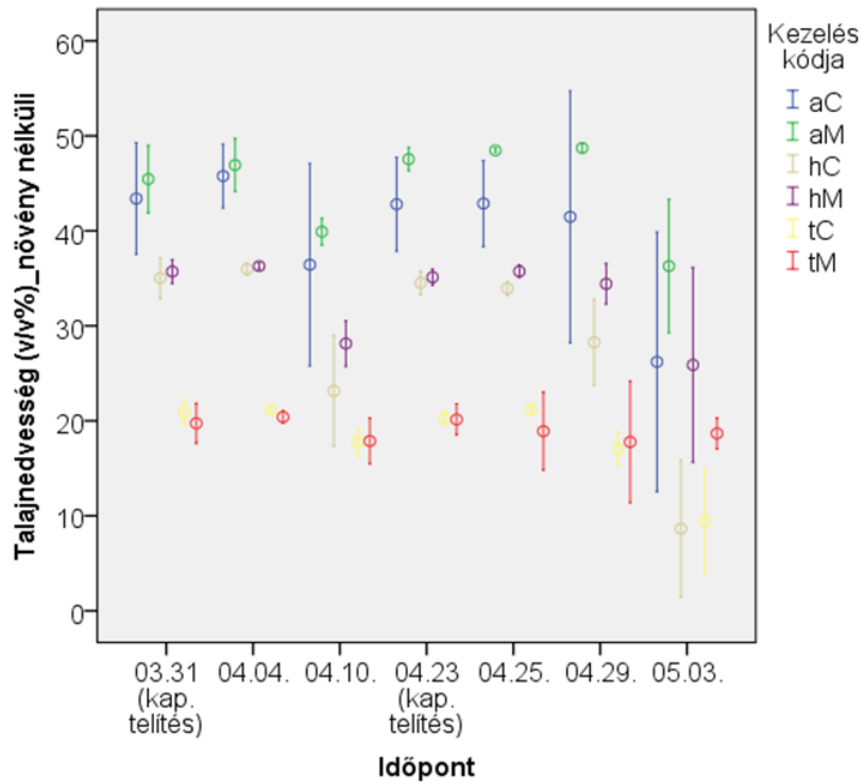
Eredmények

A növényeket tartalmazó tenyészedényeknél a talajnedvesség alakulása az 1. ábrán látható. A diagrammon a látható, hogy agyagos talaj esetén csak az utolsó időpontban volt szignifikáns különbség a mulcsozott és mulcsozatlan tenyészedények között. Homok talaj esetében egyik időpontban sem találtunk szignifikáns különbséget. Tőzeg esetében pedig csak a harmadik, az ötödik és a hatodik találtunk szignifikáns különbséget.



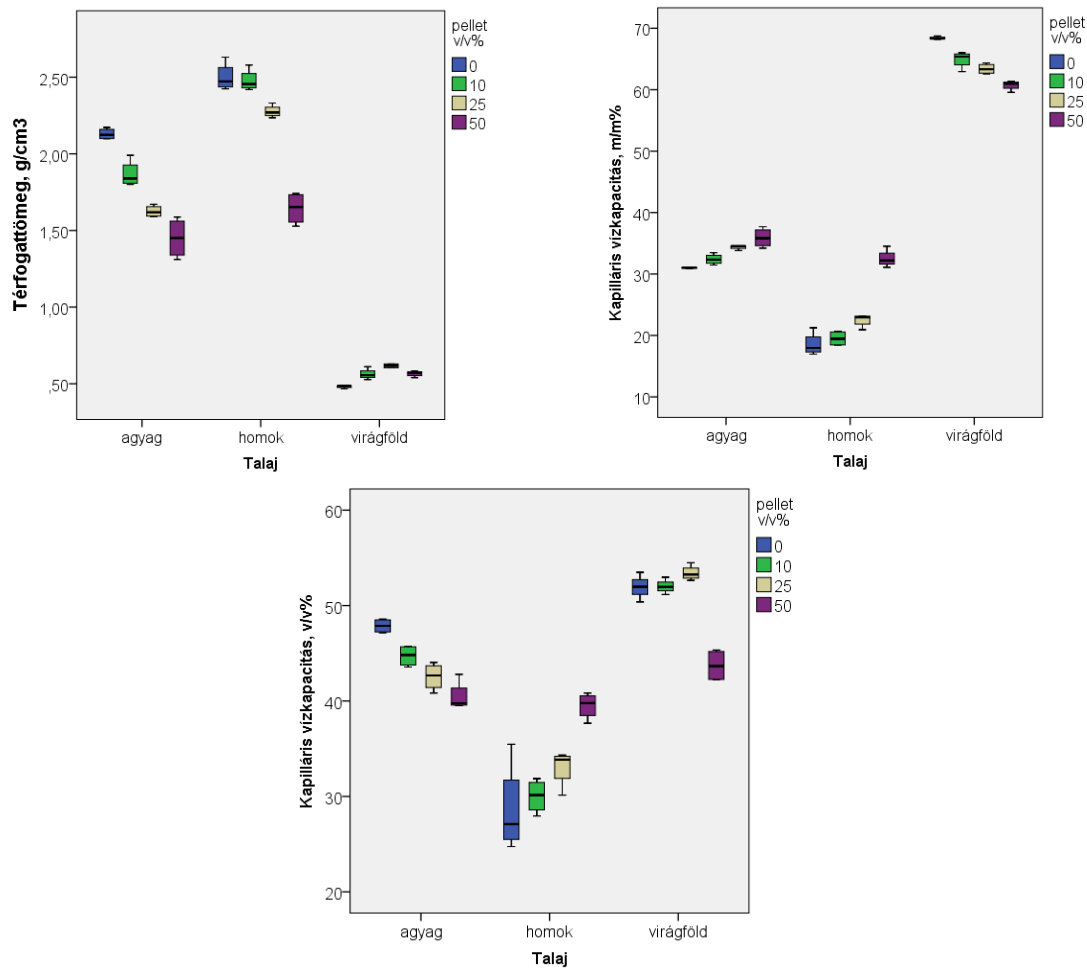
1.ábra. A nedvesség alakulása a növényeket tartalmazó tenyészedények talajában v/v%-ban kifejezve , ahol aC –mulcsozatlan agyag talajt, aM - mulcsozott agyagos vályog talajt, hC-mulcsozatlan homok talajt, hM- mulcsozott homok talajt, tC-mulcsozatlan tőzeget, míg a tM-mulcsozott tőzeget jelöli

A 2. ábrán azoknak a tenyészedények talajnedvességének változása látható, melyekben nem volt növény. Agyag talajnál a negyedik és ötödik időpontban jelentkezett szignifikáns különbség. Ebben az esetben a homoktalajnál a 04.10., 04.25., 04.29., 04.03. időpontokban jelentkezett szignifikáns különbség. Tőzeg esetében pedig a második illetve a hetedik időpontban volt számottevő különbség.



1.ábra. A nedvesség alakulása a növényeket nem tartalmazó tenyészedények talajában, ahol aC –mulcsozatlan agyag talajt, aM - mulcsozott agyag talajt, hC- mulcsozatlan homok talajt, hM- mulcsozott homok talajt, tC-mulcsozatlan tőzeget, míg a tM-mulcsozott tőzeget jelöli

A kezelések közötti különbségek azonban kimutathatók voltak a növények vízhasználatának hatékonyságában (1. kép). A nagy víztartó képességű agyagos vályog és tőzezes virágföld esetén a gyapjútakaró vízmegtartó hatása a legjobban az összes evapotranszpiráció mennyiségében mérhető, mivel a vízvesztés 31,1 és 25,5%-kal kisebb volt a kezeletlenhez képest. Ez azonban nem eredményezett nagyobb mértékű biomassza növekedést a paprika palántákon a rövid távú kísérletben. A legkisebb vízkapacitású homokos talajon a gyapjútakaró vízmegtartó hatását elsősorban a 65%-kal magasabb biomassza mutatta. Az eredmények azt mutatták, hogy a gyapjútakaró csökkentette a fizikai párolgást agyagos vályogban és virágföldben, és növelte a növényi párolgást homokos talajban. Az egységnyi biomassza által elfogyasztott víz mennyisége 38,2, 27,0 és 23,1%-kal volt alacsonyabb az agyagos vályog, a homok és a virágföld esetében a kontrollhoz képest.



3. ábra. A gyapjú pellet hatása a térfogattömeg (g/cm^3) és kapilláris vízkapacitás alakulására (kapilláris vízkapacitás $\text{m}/\text{m}\%$ és $\text{v}/\text{v}\%$ -ban kifejezve).

A vízkapacitás kísérlet során megfigyeltük, hogy a pellet csökkenti a homok és az agyag térfogattömegét (3. ábra). A virágföld (tőzeg) térfogattömegét kis mértékben növeli a pellet. A tömegszázalékban kifejezett vízkapacitás az agyag és homoktalajok esetében pellet hozzáadásával szintén növekvő tendenciát mutatott. A virágföld esetében viszont csökkent a térfogat%-os vízkapacitás. A kapilláris vízkapacitás térfogatszázalékban való számítása esetén, megfigyelhető a virágföld esetén, hogy a vízkapacitást a pellet 25%-os arányig nem csökkenti.

Összegzés

A kísérlet első része arra ad következtetést, hogy a gyapjú mulcs alkalmazása esetén a talajnedvesség tartalma magasabb a kontrollhoz képest. A gyengébb vízkapacitású és szervesanyag tartalmú homok talajok esetén a legkisebb a gyapjúmulcs vízvisszatartó képessége. Önmagában a talajnedvesség monitorozása nem elegendő a vízhasznosulást hatékonyságának megítéléséhez. Az összes evapotranszpirációs veszteséget a biomassza növekedéshez viszonyítva egyértelműen bebizonyosodott, hogy a gyapjúmulcs hatékony eszköz a vízháztartás szabályozásában. Pellet estében elmondható, hogy egyes talajoknál (homok, agyag) a térfogattömeg csökkenésével a porozitásuk növekszik, valamint a tömegszázalékban kifejezett vízkapacitás is megnövekedett. Agyag talajnál a csökkenő tendenciát mutató térfogatszázalékos vízkapacitás növénynevelés szempontjából pozitív tulajdonságnak tulajdonítható, hiszen ez a levegő-víz arányt javítja a talajokban. A tömegszázalékban kifejezett vízkapacitás virágföldnél csökken. A térfogatszázalékban

számított eredményink alapján azt tapasztaltuk, hogy homok talaj esetén a pellet jelenléte növeli a vízkapacitást, míg a tőzeg esetében a vízkapacitást egy bizonyos arányig nem csökkenti. A kísérlet során arra a következtetésre jutottunk, hogy a pellet használható tőzeg helyettesítésére egy bizonyos értékig. A homoktalajnál a pellet hozzáadása a térfogatszázalékos vízkapacitást is növeli vagyis a kis vízkapacitású talajokon palánták kiültetésénél is javasolt az alkalmazása

Köszönetnyilvánítás:

Irodalom jegyzék:

- Adekaldu, Emmanuel, William Amponsah, Henry Oppong Tuffour, Michael Osei Adu, és Wilson Agyei Agyare. 2021. „Response of Chilli Pepper to Different Irrigation Schedules and Mulching Technologies in Semi-Arid Environments | Elsevier Enhanced Reader”. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100222>.
- Borowik, A., és J. Wyszowska. 2016. „Soil moisture as a factor affecting the microbiological and biochemical activity of soil”. *Plant, Soil and Environment* 62 (6): 250–55.
- Böhme, M., I. Pinker, H. Grüneberg, és S. Herfort. 2012. „SHEEP WOOL AS FERTILISER FOR VEGETABLES AND FLOWERS IN ORGANIC FARMING”. *Acta Horticulturae*, sz. 933 (március): 195–202. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.933.23>.
- Chakraborty, Debashis, Shantha Nagarajan, Pramila Aggarwal, V. K. Gupta, R. K. Tomar, R. N. Garg, R. N. Sahoo, és mtsai. 2008. „Effect of Mulching on Soil and Plant Water Status, and the Growth and Yield of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) in a Semi-Arid Environment”. *Agricultural Water Management* 95 (12): 1323–34. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.001>.
- Döring, Thomas F., Michael Brandt, Jürgen Heß, Maria R. Finckh, és Helmut Saucke. 2005. „Effects of Straw Mulch on Soil Nitrate Dynamics, Weeds, Yield and Soil Erosion in Organically Grown Potatoes”. *Field Crops Research* 94 (2–3): 238–49. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.006>.
- Fekete, István, Imre Berki, Kate Lajtha, Susan Trumbore, Ornella Francioso, Paola Gioacchini, Daniela Montecchio, és mtsai. 2021. „How Will a Drier Climate Change Carbon Sequestration in Soils of the Deciduous Forests of Central Europe?”. *Biogeochemistry* 152 (1): 13–32. <https://doi.org/10.1007/s10533-020-00728-w>.
- Ghosh, Swapan Kumar, Satyaranjan Bairagi, Rajib Bhattacharyya, és Murari Mohan Mondal. 2016. „An Overview on Test Standards for Evaluation of Jute Agrotexiles”. *American Journal of Engineering Research (AJER)* 5 (január): 49–53.
- Giorgi, Filippo, és Piero Lionello. 2008. „Climate Change Projections for the Mediterranean Region”. *Global and Planetary Change, Mediterranean climate: trends, variability and change*, 63 (2): 90–104. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.09.005>.
- Harenda, Kamila M., Mariusz Lamentowicz, Mateusz Samson, és Bogdan H. Chojnicki. 2018. „The Role of Peatlands and Their Carbon Storage Function in the Context of Climate Change”. In *Interdisciplinary Approaches for Sustainable Development Goals: Economic Growth, Social Inclusion and Environmental Protection*, szerkesztette Tymon Zielinski, Iwona Sagan, és Waldemar Surosz, 169–87. GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71788-3_12.
- Hoover, Dr Emily. 2000. „Bio-Based Weed Control in Strawberries Using Sheep Wool Mulch, Canola Mulch, and Canola Green Manure”, 4.
- Howden, S. Mark, Jean-François Soussana, Francesco N. Tubiello, Netra Chhetri, Michael Dunlop, és Holger Meinke. 2007. „Adapting agriculture to climate change”.

- Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (50): 19691–96.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0701890104>.
- Jungić, Danijela, Petra Turk, és Božidar Benko. 2020. „Moisture regime in Hortisol and lettuce yield under different mulching conditions”. *Journal of Central European Agriculture* 21 (2): 354–65. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.2.2631>.
- Kader, M.A., M. Senge, M.A. Mojid, és K. Ito. 2017. „Recent Advances in Mulching Materials and Methods for Modifying Soil Environment”. *Soil and Tillage Research* 168 (május): 155–66. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.01.001>.
- Kader, Mohammad Abdul, Masateru Senge, Mohammad Abdul Mojid, és Kimihito Nakamura. 2017. „Mulching Type-Induced Soil Moisture and Temperature Regimes and Water Use Efficiency of Soybean under Rain-Fed Condition in Central Japan | Elsevier Enhanced Reader”. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.08.001>.
- Kar, Gouranga, és Ashwani Kumar. 2007. „Effects of Irrigation and Straw Mulch on Water Use and Tuber Yield of Potato in Eastern India”. *Agricultural Water Management* 94 (1): 109–16. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.08.004>.
- Kern, Jürgen, Priit Tammeorg, Merrit Shanskiy, Ruben Sakrabani, Heike Knicker, Claudia Kammann, Eeva-Maria Tuhkanen, és mtsai. 2017. „Synergistic use of peat and charred material in growing media – an option to reduce the pressure on peatlands?” *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 25 (2): 160–74. <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1284665>.
- Kertész, Ádám, Gergely Jakab, Balázs Madarász, Adrienn Tóth, és Zoltán Szalai. 2012. „Geotextíliák alkalmazása a talajpusztulás megfékezésére Magyarországon”. *Természetföldrajzi kutatások Magyarországon a XXI. század elején*, 67.
- Kocsis, Tamás, Marianna Ringer, és Borbála Biró. 2022. „Characteristics and Applications of Biochar in Soil–Plant Systems: A Short Review of Benefits and Potential Drawbacks”. *Applied Sciences* 12 (8): 4051. <https://doi.org/10.3390/app12084051>.
- Kovacs, Barnabas, Zsolt Kotroczó, László Kocsis, és Borbála Biró. 2020. „Potentials of Indoor Lettuce Production in Natural Forest Soil at Limited Watering”. *Journal of Central European Agriculture* 21 (3): 531–36. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.3.2897>.
- Li, Jian, Mei Li, Xingxiang Gao, és Feng Fang. 2018. „Corn Straw Mulching Affects Parthenium Hysterophorus and Rhizosphere Organisms”. *Crop Protection* 113 (november): 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.08.002>.
- Madarász, Balázs, Gergely Jakab, Zoltán Szalai, Katalin Juhos, Zsolt Kotroczó, Adrienn Tóth, és Márta Ladányi. 2021. „Long-Term Effects of Conservation Tillage on Soil Erosion in Central Europe: A Random Forest-Based Approach | Elsevier Enhanced Reader”. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.104959>.
- Manna, Koushik, Manik Chandra Kundu, Biplab Saha, és Goutam Kumar Ghosh. 2018. „Effect of Nonwoven Jute Agrotexile Mulch on Soil Health and Productivity of Broccoli (*Brassica Oleracea* L.) in Lateritic Soil”. *Environmental Monitoring and Assessment* 190 (2): 82. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6452-y>.
- Marczak, Daria, Krzysztof Lejcuś, Grzegorz Kulczycki, és Jakub Misiewicz. 2022. „Towards Circular Economy: Sustainable Soil Additives from Natural Waste Fibres to Improve Water Retention and Soil Fertility | Elsevier Enhanced Reader”. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157169>.
- Massa, Daniele, Fernando Malorgio, Sara Lazzereschi, Giulia Carmassi, Domenico Prisa, és Gianluca Burchi. 2018. „Evaluation of Two Green Composts for Peat Substitution in Geranium (*Pelargonium Zonale* L.) Cultivation: Effect on Plant Growth, Quality, Nutrition, and Photosynthesis”. *Scientia Horticulturae* 228 (január): 213–21. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.025>.

- Mukherjee, A., M. Kundu, és S. Sarkar. 2010. „Role of Irrigation and Mulch on Yield, Evapotranspiration Rate and Water Use Pattern of Tomato (*Lycopersicon Esculentum* L.)”. *Agricultural Water Management* 98 (1): 182–89. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.08.018>.
- Ordiales, Elena, Juan Ignacio Gutiérrez, Lorena Zajara, Jesús Gil, és Manfred Lanzke. 2016. „Assessment of utilization of sheep wool pellets as organic fertilizer and soil amendment in processing tomato and broccoli”. *Modern Agricultural Science and Technology* 2 (2): 20–35.
- Page, S.E., és A.J. Baird. 2016. „Peatlands and Global Change: Response and Resilience”. *Annual Review of Environment and Resources* 41 (1): 35–57. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085520>.
- Papdi, Enikő, Andrea Veres, Flórián Kovács, és Katalin Juhos. 2022. „How Different Mulch Materials Regulate Soil Moisture and Microbiological Activity?”. *Journal of Central European Green Innovation* 10 (Suppl 3): 26–38. <https://doi.org/10.33038/jcegi.3560>.
- Parmar, H.N., N. D. Polara, és R.R. Viradiya. 2013. „Effect of Mulching Material on Growth, Yield and Quality of Watermelon (*Citrullus Lanatus* Thunb) Cv. Kiran”. *Universal Journal of Agricultural Research* 1 (2): 30–37. <https://doi.org/10.13189/ujar.2013.010203>.
- Sharma, Neha, Ben Allardyce, Rangam Rajkhowa, Alok Adholeya, és Ruchi Agrawal. 2022. „A Substantial Role of Agro-Textiles in Agricultural Applications”. *Frontiers in Plant Science* 13 (június): 895740. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.895740>.
- Sharma, S.C, Artabandhu Sahoo, és Roop Chand. 2019. „Potential use of waste wool in agriculture: An overview”. *Indian Journal of Small Ruminants (The)* 25 (január): 1. <https://doi.org/10.5958/0973-9718.2019.00019.9>.
- Shen, J.Y., D.D. Zhao, H.F. Han, X.B. Zhou, és Q.Q. Li. 2012. „Effects of Straw Mulching on Water Consumption Characteristics and Yield of Different Types of Summer Maize Plants”. *Plant, Soil and Environment* 58 (No. 4): 161–66. <https://doi.org/10.17221/404/2011-PSE>.
- Szabó, Péter, Gyozo Jordan, Tamás Kocsis, Katalin Posta, Levente Kardos, Robert Šajn, és Jasminka Alijagić. 2022. „Biomonitoring and Assessment of Toxic Element Contamination in Floodplain Sediments and Soils Using Fluorescein Diacetate (FDA) Enzymatic Activity Measurements: Evaluation of Possibilities and Limitations through the Case Study of the Drava River Floodplain”. *Environmental Monitoring and Assessment* 194 (9): 632. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10301-7>.
- Szarka Györgyi, Kollar Jozef, Mosnáček Jaroslav, és Béla Iván. 2015. „POLIMEREK A TALAJ FELETT ÉS ALATT: KORSZERŰ KÖRNYEZETBARÁT POLIMEREK”, 6.
- Tugwell-Wootton, Thomas, Grzegorz Skrzypek, Shawan Dogramaci, James McCallum, és Pauline F. Grierson. 2020. „Soil Moisture Evaporative Losses in Response to Wet-Dry Cycles in a Semiarid Climate”. *Journal of Hydrology* 590 (november): 125533. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125533>.
- Wheeler, Tim, és Joachim Von Braun. 2013. „Climate Change Impacts on Global Food Security | Science”. 2013. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1239402>.
- Zhao, Ha-Lin, Xiao-Yong Yi, Rui-Lian Zhou, Xue-Yong Zhao, Tong-Hui Zhang, és Sam Drake. 2006. „Wind Erosion and Sand Accumulation Effects on Soil Properties in Horqin Sandy Farmland, Inner Mongolia”. *CATENA* 65 (1): 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.10.001>.
- Zribi, W., R. Aragüés, E. Medina, és J. M. Faci. 2015. „Efficiency of Inorganic and Organic Mulching Materials for Soil Evaporation Control”. *Soil and Tillage Research* 148 (május): 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.12.003>.

